

12.7.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 26 AUG 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 7月31日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-204762
[ST. 10/C]: [JP 2003-204762]

出 願 人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

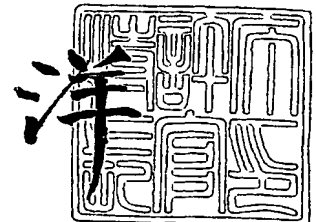
BEST AVAILABLE COPY

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 8月12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 1031326
【提出日】 平成15年 7月31日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H02M 7/48
H02P 21/00
H02P 6/06

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 岡村 賢樹

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
【氏名】 山下 貴史

【特許出願人】

【識別番号】 000003207
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064746
【弁理士】
【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132
【弁理士】
【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100112715
【弁理士】
【氏名又は名称】 松山 隆夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100112852

【弁理士】

【氏名又は名称】 武藤 正

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0209333

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 負荷駆動装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 負荷を駆動するインバータと、
電源と前記インバータとの間で電圧変換を行なう電圧変換器と、
前記負荷の制御モードが矩形波制御モードであるときに、前記電圧変換器における昇圧動作の指令を受けると、制御モードを変えて前記負荷を駆動するように前記インバータを制御する制御装置とを備える負荷駆動装置。

【請求項 2】 前記制御装置は、前記制御モードをパルス幅変調制御モードへ変えて前記負荷を駆動するように前記インバータを制御する、請求項 1 に記載の負荷駆動装置。

【請求項 3】 前記制御装置は、さらに、トルク指令値を抑制して前記負荷を駆動するように前記インバータを制御する、請求項 1 または請求項 2 に記載の負荷駆動装置。

【請求項 4】 負荷を駆動するインバータと、
電源と前記インバータとの間で電圧変換を行なう電圧変換器と、
前記負荷の制御モードが矩形波制御モードであるときに、前記電圧変換器における昇圧動作の指令を受けると、トルク指令値を抑制して前記負荷を駆動するように前記インバータを制御する制御装置とを備える負荷駆動装置。

【請求項 5】 負荷を駆動するインバータと、
電源と前記インバータとの間で電圧変換を行なう電圧変換器と、
前記電圧変換器が昇圧動作を行なっているとき、前記矩形波制御モード以外の制御モードで前記負荷を駆動するように前記インバータを制御する制御装置とを備える負荷駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、負荷駆動装置に関し、特に、過電流を抑制可能な負荷駆動装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

最近、環境に配慮した自動車としてハイブリッド自動車 (Hybrid Vehicle) および電気自動車 (Electric Vehicle) が大きな注目を集めている。そして、ハイブリッド自動車は、一部、実用化されている。

【0003】

このハイブリッド自動車は、従来のエンジンに加え、直流電源とインバータとインバータによって駆動されるモータとを動力源とする自動車である。つまり、エンジンを駆動することにより動力源を得るとともに、直流電源からの直流電圧をインバータによって交流電圧に変換し、その変換した交流電圧によりモータを回転することによって動力源を得るものである。また、電気自動車は、直流電源とインバータとインバータによって駆動されるモータとを動力源とする自動車である。

【0004】

このようなハイブリッド自動車および電気自動車においては、電源からの直流電圧を昇圧コンバータによって昇圧し、その昇圧した直流電圧を交流電圧に変換してモータを駆動することも検討されている。

【0005】

そして、特許文献1には、モータを駆動するインバータへの入力電圧を可変するコンバータを備えるシステムにおいて、インバータへの入力電圧と、モータ制御に必要な電圧とに応じて、モータの制御モードをパルス幅変調制御モード (PWM制御モード) から矩形波制御モードへ切換えることが開示されている。

【0006】

【特許文献1】

特開 2000-333465号公報

【0007】

【特許文献2】

特開平 10-66383号公報

【0008】

【特許文献3】

特開平6-276609号公報

【0009】

【特許文献4】

独国特許出願公開公報第4013506A1号明細書

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、電源からの直流電圧を昇圧してインバータへ供給しているときに、モータを矩形波制御モードで駆動すると、電源からの電流の持ち出しが増大し、過電流が発生するという問題がある。

【0011】

そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、過電流を抑制可能な負荷駆動装置を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

この発明によれば、負荷駆動装置は、インバータと、電圧変換器と、制御装置とを備える。インバータは、負荷を駆動する。電圧変換器は、電源とインバータとの間で電圧変換を行なう。制御装置は、負荷の制御モードが矩形波制御モードであるときに、電圧変換器における昇圧動作の指令を受けると、制御モードを変えて負荷を駆動するようにインバータを制御する。

【0013】

好ましくは、制御装置は、制御モードをパルス幅変調制御モードへ変えて負荷を駆動するようにインバータを制御する。

【0014】

好ましくは、制御装置は、さらに、トルク指令値を抑制して負荷を駆動するようにインバータを制御する。

【0015】

この発明による負荷駆動装置においては、負荷の制御モードが矩形波制御モードであるときに電圧変換器の昇圧動作が指令されると、制御装置は、矩形波制御

モード以外の過変調制御モードまたはPWM制御モードへ切換えて負荷を駆動するようにインバータを制御する。

【0016】

したがって、この発明によれば、電源からの電流の持ち出しを低減し、負荷駆動装置に過電流が流れるのを抑制できる。

【0017】

また、この発明によれば、負荷駆動装置は、インバータと、電圧変換器と、制御装置とを備える。インバータは、負荷を駆動する。電圧変換器は、電源とインバータとの間で電圧変換を行なう。制御装置は、負荷の制御モードが矩形波制御モードであるときに、電圧変換器における昇圧動作の指令を受けると、トルク指令値を抑制して負荷を駆動するようにインバータを制御する。

【0018】

この発明による負荷駆動装置においては、負荷の制御モードが矩形波制御モードであるときに電圧変換器の昇圧動作が指令されると、制御装置は、トルク指令値を抑制して負荷を駆動するようにインバータを制御する。

【0019】

したがって、この発明によれば、電源からの電流の持ち出しを低減し、負荷駆動装置に過電流が流れるのを抑制できる。

【0020】

さらに、この発明によれば、負荷駆動装置は、インバータと、電圧変換器と、制御装置とを備える。インバータは、負荷を駆動する。電圧変換器は、電源とインバータとの間で電圧変換を行なう。制御装置は、電圧変換器が昇圧動作を行なっているとき、矩形波制御モード以外の制御モードで負荷を駆動するようにインバータを制御する。

【0021】

この発明による負荷駆動装置においては、電圧変換器が昇圧動作を行なっているとき、制御装置は、矩形波制御モードで負荷を駆動するのを禁止する。

【0022】

したがって、この発明によれば、昇圧動作が指令されてから昇圧動作が実際に

開始されるまでに遅延が発生する場合にも電圧電源からの電流の持ち出しを低減し、負荷駆動装置に過電流が流れるのを抑制できる。

【0023】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0024】

図1は、この発明の実施の形態による負荷駆動装置の概略ブロック図である。図1を参照して、この発明の実施の形態による負荷駆動装置100は、直流電源Bと、システムリレーSR1、SR2と、電圧センサー10、16と、昇圧コンバータ11と、コンデンサ12と、インバータ20と、電流センサー24と、制御装置30とを備える。

【0025】

昇圧コンバータ11は、リアクトルL1と、NPNトランジスタQ1、Q2と、ダイオードD1、D2とを含む。リアクトルL1は、その一方端が直流電源Bの電源ラインに接続され、他方端がNPNトランジスタQ1とNPNトランジスタQ2との中間点、すなわち、NPNトランジスタQ1のエミッタとNPNトランジスタQ2のコレクタとの間に接続される。

【0026】

NPNトランジスタQ1、Q2は、インバータ20の電源ラインとアースラインとの間に直列に接続される。NPNトランジスタQ1は、コレクタが電源ラインに接続され、エミッタがNPNトランジスタQ2のコレクタに接続される。NPNトランジスタQ2は、エミッタがアースラインに接続される。

【0027】

また、各NPNトランジスタQ1、Q2のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD1、D2がそれぞれ接続されている。

【0028】

インバータ20は、U相アーム21と、V相アーム22と、W相アーム23と

から成る。U相アーム21、V相アーム22、およびW相アーム23は、電源ラインとアースラインとの間に並列に設けられる。

【0029】

U相アーム21は、直列に接続されたNPNトランジスタQ3、Q4から成り、V相アーム22は、直列に接続されたNPNトランジスタQ5、Q6から成り、W相アーム23は、直列に接続されたNPNトランジスタQ7、Q8から成る。また、各NPNトランジスタQ3～Q8のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD3～D8がそれぞれ接続されている。

【0030】

各相アームの中間点は、モータジェネレータMGの各相コイルの各相端に接続されている。すなわち、モータジェネレータMGは、3相の永久磁石モータであり、U、V、W相の3つのコイルの一端が中点に共通接続されて構成され、U相コイルの他端がNPNトランジスタQ3、Q4の中間点に、V相コイルの他端がNPNトランジスタQ5、Q6の中間点に、W相コイルの他端がNPNトランジスタQ7、Q8の中間点にそれぞれ接続されている。

【0031】

直流電源Bは、ニッケル水素あるいはリチウムイオン等の二次電池から成る。そして、直流電源Bは、システムリレーSR1、SR2を介して直流電圧を昇圧コンバータ11へ供給する。

【0032】

システムリレーSR1、SR2は、制御装置30からの信号SEによってオン／オフされる。

【0033】

電圧センサー10は、直流電源Bから出力される直流電圧Vbを検出し、その検出した直流電圧Vbを制御装置30へ出力する。

【0034】

昇圧コンバータ11は、制御装置30からの信号PWMUに基づいて、直流電源Bから出力される直流電圧を昇圧してコンデンサ12に供給する。また、昇圧

コンバータ 11 は、制御装置 30 からの信号 PWM D に基づいて、インバータ 20 から供給された直流電圧を降圧して直流電源 B へ供給する。

【0035】

コンデンサ 12 は、昇圧コンバータ 11 から供給された直流電圧を平滑化してインバータ 20 に供給する。

【0036】

電圧センサー 16 は、コンデンサ 12 の両端の電圧 V_m を検出し、その検出した電圧 V_m を制御装置 30 へ出力する。

【0037】

インバータ 20 は、制御装置 30 からの信号 PWM I に基づいて、コンデンサ 12 を介して昇圧コンバータ 11 から供給された直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータ MG を駆動する。また、インバータ 20 は、制御装置 30 からの信号 PWM C に基づいて、モータジェネレータ MG が発電した交流電圧を直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサ 12 を介して昇圧コンバータ 11 へ供給する。

【0038】

電流センサー 24 は、モータジェネレータ MG に流れるモータ電流 $MCRT$ を検出し、その検出したモータ電流 $MCRT$ を制御装置 30 へ出力する。

【0039】

制御装置 30 は、電圧センサー 10 からの直流電圧 V_b 、電圧センサー 16 からの電圧 V_m 、負荷駆動装置 100 の外部に設けられた ECU (Electrical Control Unit) からのモータ回転数 MRN およびトルク指令値 TR に基づいて、後述する方法によって信号 PWM U または信号 PWM D を生成し、その生成した信号 PWM U または信号 PWM D を昇圧コンバータ 11 へ出力する。

【0040】

また、制御装置 30 は、電圧センサー 16 からの電圧 V_m 、電流センサー 24 からのモータ電流 $MCRT$ および外部 ECU からのトルク指令値 TR に基づいて、後述する方法により信号 PWM I または信号 PWM C を生成し、その生成した

信号PWMIまたは信号PWMCをインバータ20へ出力する。

【0041】

信号PWMIは、モータジェネレータMGを力行モードで駆動するための制御信号であり、信号PWMCは、モータジェネレータMGを回生モードで駆動するための制御信号である。

【0042】

そして、制御装置30は、信号PWMIを生成するとき、後述する方法によってモータジェネレータMGの制御モードがパルス幅変調制御モード（「PWM制御モード」と言う。以下同じ。）、過変調制御モードおよび矩形波制御モードのいずれであるかを判定し、モータジェネレータMGの制御モードが矩形波制御モードであると判定したときに、昇圧コンバータ11の昇圧動作が指令されると、モータジェネレータMGの制御モードを過変調制御モードまたはPWM制御モードへ切換えてモータジェネレータMGを駆動するようにインバータ20を制御する。

【0043】

信号PWMIは、信号PWMI__P、信号PWMI__Mおよび信号PWMI__Kからなり、信号PWMI__Pは、モータジェネレータMGをPWM制御モードで駆動するための制御信号であり、信号PWMI__Mは、モータジェネレータMGを過変調制御モードで駆動するための制御信号であり、信号PWMI__Kは、モータジェネレータMGを矩形波制御モードで駆動するための制御信号である。

【0044】

したがって、制御装置30は、信号PWMI__Kをインバータ20へ出力しているときに昇圧コンバータ11の昇圧動作が指令されると、信号PWMI__Pまたは信号PWMI__Mを生成してインバータ20へ出力する。

【0045】

また、制御装置30は、昇圧コンバータ11が昇圧動作を行なっているとき、モータジェネレータMGが矩形波制御モードで駆動されるのを禁止する。すなわち、制御装置30は、昇圧コンバータ11が昇圧動作を行なっているとき、信号PWMI__Pまたは信号PWMI__Mをインバータ20へ出力してモータジェネ

レータMGをPWM制御モードまたは過変調制御モードで駆動するようにインバータ20を制御する。

【0046】

図2は、図1に示す制御装置30の機能のうち、昇圧コンバータ11およびインバータ20の制御に関わる機能を示す機能ブロック図である。図2を参照して、制御装置30は、インバータ制御手段301と、コンバータ制御手段302とを含む。インバータ制御手段301は、トルク指令値TR、モータ電流MCRTおよび電圧Vm（インバータ20への「インバータ入力電圧」に相当する。以下同じ。）に基づいて、後述する方法によって信号PWMIまたは信号PWMCを生成してインバータ20のNPNトランジスタQ3～Q8へ出力する。

【0047】

また、インバータ制御手段301は、コンバータ制御手段302から信号UPを受け、かつ、モータジェネレータMGの制御モードが矩形波制御モードであると判定すると、信号PWMI__Pまたは信号PWMI__Mを生成してインバータ20のNPNトランジスタQ3～Q8へ出力する。

【0048】

さらに、インバータ制御手段301は、モータジェネレータMGの制御モードに拘わらず、コンバータ制御手段302から信号UPを受けると、信号PWMI__Pまたは信号PWMI__Mを生成してインバータ20のNPNトランジスタQ3～Q8へ出力する。

【0049】

コンバータ制御手段302は、トルク指令値TRおよびモータ回転数MRNに基づいて、昇圧コンバータ11の昇圧動作が指令されているか否かを判定する。

【0050】

そして、コンバータ制御手段302は、昇圧コンバータ11の昇圧動作が指令されたと判定したとき、信号UPを生成してインバータ制御手段301へ出力する。

【0051】

さらに、コンバータ制御手段302は、トルク指令値TR、モータ回転数MR

N、直流電圧 V_b および電圧 V_m に基づいて、後述する方法によって信号 PWM U または信号 PWMD を生成して昇圧コンバータ 11 の NPN トランジスタ Q_1 , Q_2 へ出力する。

【0052】

図 3 は、図 2 に示すインバータ制御手段 301 の機能ブロック図である。図 3 を参照して、インバータ制御手段 301 は、モータ制御用相電圧演算部 31 と、インバータ用 PWM 信号変換部 32 と、モータ制御部 36 とを含む。

【0053】

モータ制御用相電圧演算部 31 は、インバータ 20 へのインバータ入力電圧 V_m を電圧センサー 16 から受け、モータジェネレータ MG の各相に流れるモータ電流 MCRT を電流センサー 24 から受け、トルク指令値 TR を外部 ECU から受ける。そして、モータ制御用相電圧演算部 31 は、これらの入力される信号に基づいて、モータジェネレータ MG の各相のコイルに印加する電圧 V_{ac} を計算し、その計算した結果 V_{ac} をインバータ用 PWM 信号変換部 32 およびモータ制御部 36 へ出力する。

【0054】

インバータ用 PWM 信号変換部 32 は、モータ制御用相電圧演算部 31 から受けた計算結果 V_{ac} に基づいて、実際にインバータ 20 の各 NPN トランジスタ $Q_3 \sim Q_8$ をオン／オフする信号 PWM I または信号 PWMC を生成し、その生成した信号 PWM I または信号 PWMC を各 NPN トランジスタ $Q_3 \sim Q_8$ へ出力する。

【0055】

より具体的には、インバータ用 PWM 信号変換部 32 は、モータ制御部 36 から信号 EXC を受けると、モータ制御用相電圧演算部 31 から受けた計算結果 V_{ac} に基づいて信号 PWM I __P または信号 PWM I __M を生成して NPN トランジスタ $Q_3 \sim Q_8$ へ出力する。また、インバータ用 PWM 信号変換部 32 は、モータ制御部 36 から信号 EXC を受けないとき、モータ制御用相電圧演算部 31 から受けた計算結果 V_{ac} に基づいて信号 PWM I __P、信号 PWM I __M および信号 PWM I __K のいずれかを生成して NPN トランジスタ $Q_3 \sim Q_8$ へ出

力する。

【0056】

これにより、各NPNトランジスタQ3～Q8は、スイッチング制御され、モータジェネレータMGが指令されたトルクを出力するようにモータジェネレータMGの各相に流す電流を制御する。このようにして、モータ駆動電流が制御され、トルク指令値TRに応じたモータトルクが出力される。

【0057】

また、NPNトランジスタQ3～Q8は、モータジェネレータMGの制御モードが矩形波制御モードであり、かつ、昇圧コンバータ11が昇圧動作を行なっているとき、制御モードをPWM制御モードまたは過変調制御モードへ切換えてモータジェネレータMGを駆動する。

【0058】

さらに、NPNトランジスタQ3～Q8は、昇圧コンバータ11が昇圧動作を行なっているとき、電圧利用率が高くなってもPWM制御モードまたは過変調制御モードでモータジェネレータMGを駆動する。

【0059】

モータ制御部36は、モータジェネレータMGに印加する電圧 V_{ac} をモータ制御用相電圧演算部31から受け、電圧センサー16から電圧 V_m を受ける。そして、モータ制御部36は、電圧 V_{ac} を電圧 V_m で除算して電圧利用率 k を演算する。

【0060】

そうすると、モータ制御部36は、演算した電圧利用率 k に基づいて、モータジェネレータMGの制御モードがPWM制御モード、過変調制御モードおよび矩形波制御モードのいずれであるかを判定する。

【0061】

より具体的には、モータ制御部36は、電圧利用率 k が0.61であるとき、モータジェネレータMGの制御モードがPWM制御モードであると判定し、電圧利用率 k が0.75であるとき、モータジェネレータMGの制御モードが過変調制御モードであると判定し、電圧利用率 k が0.78であるとき、モータジェネ

レータMGの制御モードが矩形波制御モードであると判定する。

【0062】

そして、モータ制御部36は、モータジェネレータMGの制御モードが矩形波制御モードであると判定したときに、コンバータ制御手段302から信号UPを受けると、信号EXCを生成してインバータ用PWM信号変換部32へ出力する。また、モータ制御部36は、モータジェネレータMGの制御モードがPWM制御モードまたは過変調制御モードであると判定したとき、コンバータ制御手段302から信号UPを受けても信号EXCを生成しない。

【0063】

さらに、モータ制御部36は、モータジェネレータMGの制御モードに拘わらず、コンバータ制御手段302から信号UPを受けると信号EXCを生成してインバータ用PWM信号変換部32へ出力する。

【0064】

なお、モータジェネレータMGの動作モードが力行モードであるか回生モードであるかは、トルク指令値TRとモータ回転数MRNとの関係によって決定される。直交座標において、横軸をモータ回転数MRNとし、縦軸をトルク指令値TRとした場合、トルク指令値TRとモータ回転数MRNとの関係が第1および第2象限に存在するとき、モータジェネレータMGの動作モードは力行モードであり、トルク指令値TRとモータ回転数MRNとの関係が第3および第4象限に存在するとき、モータジェネレータMGの動作モードは回生モードである。

【0065】

したがって、インバータ制御手段301は、正のトルク指令値TRを受ければ、モータジェネレータMGを駆動モータとして駆動するための信号PWMI（信号PWMI__P, PWMI__M, PWMI__Kからなる）を生成してNPNトランジスタQ3～Q8へ出力し、負のトルク指令値TRを受ければ、モータジェネレータMGを回生モードで駆動するための信号PWMCを生成してNPNトランジスタQ3～Q8へ出力する。

【0066】

図4は、図2に示すコンバータ制御手段302の機能ブロック図である。図4

を参照して、コンバータ制御手段302は、電圧指令演算部33と、コンバータ用デューティ比演算部34と、コンバータ用PWM信号変換部35とを含む。

【0067】

電圧指令演算部33は、外部ECUからのトルク指令値TRおよびモータ回転数MRNに基づいてインバータ入力電圧の最適値（目標値）、すなわち、昇圧コンバータ11の電圧指令値Vdc_{com}を演算する。そして、電圧指令演算部33は、演算した電圧指令値Vdc_{com}に基づいて昇圧コンバータ11の昇圧動作が指令されているか否かを判定する。

【0068】

より具体的には、電圧指令演算部33は、演算した電圧指令値Vdc_{com}が前回の電圧指令値よりも大きいか否かを判定することにより昇圧コンバータ11の昇圧動作が指令されているか否かを判定する。そして、電圧指令演算部33は、昇圧コンバータ11の昇圧動作が指令されていると判定したとき、信号UPを生成してインバータ制御手段301へ出力するとともに、演算した電圧指令値Vdc_{com}をコンバータ用デューティ比演算部34へ出力する。

【0069】

コンバータ用デューティ比演算部34は、電圧指令演算部33からの電圧指令Vdc_{com}と、電圧センサー10からの直流電圧Vbと、電圧センサー16からの電圧Vmとに基づいて、電圧Vmを電圧指令Vdc_{com}に設定するためのデューティ比を演算し、その演算したデューティ比をコンバータ用PWM信号変換部35へ出力する。

【0070】

コンバータ用PWM信号変換部35は、コンバータ用デューティ比演算部34からのデューティ比に基づいて昇圧コンバータ11のNPNトランジスタQ1、Q2をオン／オフするための信号PWMUまたは信号PWMDを生成し、その生成した信号PWMUまたは信号PWMDを昇圧コンバータ11のNPNトランジスタQ1、Q2へ出力する。

【0071】

なお、昇圧コンバータ11の下側のNPNトランジスタQ2のオンデューティ

一を大きくすることによりリアクトル L_1 における電力蓄積が大きくなるため、より高電圧の出力を得ることができる。一方、上側の NPN トランジスタ Q_1 のオンデューティーを大きくすることにより電源ラインの電圧が下がる。そこで、NPN トランジスタ Q_1 、 Q_2 のデューティー比を制御することで、電源ラインの電圧を直流電源 B の出力電圧以上の任意の電圧に制御可能である。

【0072】

図 5 は、インバータの出力電圧 V_{ac} とモータの回転数との関係を示す図である。図 5 を参照して、インバータ 20 の出力電圧 V_{ac} とモータの回転数 MRN との関係は、曲線 k_1 によって示される。出力電圧 V_{ac} は、モータの回転数 MRN が $0 \sim MRN_2$ の範囲においては回転数 MRN に比例して増加し、モータの回転数 MRN が回転数 MRN_2 以上では一定である。

【0073】

曲線 k_1 は、モータの回転数 MRN が $0 \sim MRN_1$ の範囲である領域 RGE_1 と、モータの回転数 MRN が $MRN_1 \sim MRN_2$ の範囲である領域 RGE_2 と、モータの回転数 MRN が MRN_2 以上である領域 RGE_3 とに分けられる。

【0074】

そして、出力電圧 V_{ac} とモータの回転数 MRN との関係が領域 RGE_1 に存在するとき、モータジェネレータ MG の制御モードは、PWM 制御モードであり、出力電圧 V_{ac} とモータの回転数 MRN との関係が領域 RGE_2 に存在するとき、モータジェネレータ MG の制御モードは、過変調制御モードであり、出力電圧 V_{ac} とモータの回転数 MRN との関係が領域 RGE_3 に存在するとき、モータジェネレータ MG の制御モードは、矩形波制御モードである。

【0075】

モータ制御部 36 は、たとえば、電圧利用率 k を 0.61 、 0.75 、 0.78 と変化させて $V_{ac} = V_m \times k$ により出力電圧 V_{ac} ($V_{ac}(0.61)$ 、 $V_{ac}(0.75)$ 、 $V_{ac}(0.78)$) を演算する。 $k = 0.61$ は、モータジェネレータ MG の制御モードが PWM 制御モードであるときの電圧利用率であり、 $k = 0.75$ は、モータジェネレータ MG の制御モードが過変調制御モードであるときの電圧利用率であり、 $k = 0.78$ は、モータジェネレータ MG の

制御モードが矩形波制御モードであるときの電圧利用率である。そして、モータ制御部36は、演算した3個の出力電圧 V_{ac} のうち、どの出力電圧 V_{ac} とモータ回転数 MRN との関係が曲線 $k1$ 上に存在するかを判定する。

【0076】

出力電圧 V_{ac} (0.61) とモータ回転数 MRN との関係が曲線 $k1$ 上に存在するとき、すなわち、出力電圧 V_{ac} (0.61) とモータ回転数 MRN との関係が領域 $RGE1$ に存在するとき、モータ制御部36は、モータジェネレータ MG の制御モードがPWM制御モードであると判定する。また、出力電圧 V_{ac} (0.75) とモータ回転数 MRN との関係が曲線 $k1$ 上に存在するとき、すなわち、出力電圧 V_{ac} (0.75) とモータ回転数 MRN との関係が領域 $RGE2$ に存在するとき、モータ制御部36は、モータジェネレータ MG の制御モードが過変調制御モードであると判定する。さらに、出力電圧 V_{ac} (0.78) とモータ回転数 MRN との関係が曲線 $k1$ 上に存在するとき、すなわち、出力電圧 V_{ac} (0.78) とモータ回転数 MRN との関係が領域 $RGE3$ に存在するとき、モータ制御部36は、モータジェネレータ MG の制御モードが矩形波制御モードであると判定する。

【0077】

なお、モータ制御部36は、曲線 $k1$ をマップとして保持しており、マップを参照して出力電圧 V_{ac} およびモータ回転数 MRN に基づいてモータジェネレータ MG の制御モードを判定する。

【0078】

したがって、モータ制御部36は、モータジェネレータ MG のモータ回転数 MRN が変化したとき、上述したマップに基づいてモータジェネレータ MG の制御モードを判定する。

【0079】

図6は、電圧指令値 V_{dc_com} 、トルク指令値 TR および制御モードのタイミングチャートである。図6を参照して、負荷駆動装置100の動作について説明する。

【0080】

昇圧コンバータ 11 が昇圧動作を行なう前、電圧指令値 V_{dc_com} は、直流電圧 V_b に一致し、モータジェネレータ MG は、PWM 制御モードで駆動される。そして、モータジェネレータ MG の電圧利用率を低くして直流電源 B からの電流の持ち出しを抑制するためには、タイミング t_1 からタイミング t_4 の間で直線 k_2 に沿って電圧指令値 V_{dc_com} を上昇させるのがよい。しかし、実際には、効率を考慮してタイミング t_3 からタイミング t_4 までの間で直線 k_3 に沿って電圧指令値 V_{dc_com} を上昇させる。

【0081】

この場合、トルク指令値 T_R は、タイミング t_2 からタイミング t_4 までの間で直線的に増加する。また、モータジェネレータ MG の制御モードは、時間の経過とともに PWM 制御モード、過変調制御モードおよび矩形波制御モードの順に切換わる。

【0082】

そうすると、モータジェネレータ MG が矩形波制御モードで駆動されているタイミング t_3 で昇圧コンバータ 11 は、昇圧動作を開始する。矩形波制御モードは、1 つのパルスの立上りと立下りとに同期してモータジェネレータ MG に流す電流を制御する制御モードであるため、1 つのパルスの立上りでモータジェネレータ MG に流す電流を制御すると、次の立下りタイミングまでモータジェネレータ MG に流す電流を制御することができない。その結果、モータジェネレータ MG を矩形波制御モードで駆動すると、直流電源 B からの電流の持ち出しが増加する。そして、この傾向は、昇圧コンバータ 11 が昇圧動作を行なっている場合、特に顕著になる。そうすると、負荷駆動装置 100 に過電流が流れる可能性がある。

【0083】

このような事態を回避するために、この発明においては、モータジェネレータ MG が矩形波制御モードで駆動されているときにタイミング t_3 で昇圧コンバータ 11 が昇圧動作を開始すると、制御モードを矩形波制御モードから過変調制御モードまたは PWM 制御モードへ切換えてモータジェネレータ MG を駆動する。

【0084】

過変調制御モードおよびPWM制御モードは、矩形波制御モードに比べると、モータジェネレータMGに流す電流を制御するタイミングが多いので、昇圧コンバータ11から供給される電圧レベルに応じてモータジェネレータMGに流す電流量を制御できる。その結果、直流電源Bからの電流の持ち出しが少なくなり、負荷駆動装置100に過電流が流れるのを抑制できる。

【0085】

好ましくは、タイミングt3で制御モードを矩形波制御モードからPWM制御モードへ切替える。これにより、過変調制御モードへ切替える場合よりも直流電源Bからの電流の持ち出しをさらに減少でき、負荷駆動装置100に過電流が流れるのをさらに抑制できる。

【0086】

図7は、電圧指令値Vdc_com、トルク指令値TRおよび制御モードの他のタイミングチャートである。図7を参照して、モータジェネレータMGが矩形波制御モードで駆動されているタイミングt3において、昇圧コンバータ11が昇圧動作を開始すると、モータジェネレータMGの制御モードが過変調制御モードまたはPWM制御モードへ切替えられるとともにトルク指令値TRが抑制される。

【0087】

すなわち、コンバータ制御手段302の電圧指令演算部33は、タイミングt3以降、外部ECUからトルク指令値TRを受けると、トルク指令値TRの増加率がタイミングt3以前のトルク指令値TRの増加率よりも小さくなるようにトルク指令値TRを決定して電圧指令値Vdc_comを演算する。つまり、電圧指令演算部33は、タイミングt3以降、直線k4に沿って増加するようにトルク指令値TRを決定して電圧指令値Vdc_comを演算する。

【0088】

したがって、タイミングt3以降、モータジェネレータMGは、過変調制御モードまたはPWM制御モードにおいて、抑制されたトルク指令値TRを出力するように駆動される。

【0089】

これにより、直流電源Bからの電流の持ち出しがさらに減少し、負荷駆動装置100において過電流が流れるのをさらに抑制できる。

【0090】

なお、トルク指令対TRを抑制するタイミングは、矩形波制御モードから過変調制御モードまたはPWM制御モードへ切替えるタイミングと同じでなくてもよい。

【0091】

図8は、電圧指令値、トルク指令値および制御モードのさらに他のタイミングチャートである。図8を参照して、モータジェネレータMGが矩形波制御モードで駆動されているタイミングt3において、昇圧コンバータ11が昇圧動作を開始すると、トルク指令値TRが抑制される。

【0092】

すなわち、コンバータ制御手段302の電圧指令演算部33は、タイミングt3以降、外部ECUからトルク指令値TRを受けると、直線k4に沿って増加するようにトルク指令値TRを決定して電圧指令値Vdc_{com}を演算する。

【0093】

なお、この場合、モータジェネレータMGの制御モードは、切替えられず、矩形波制御モードが維持される。

【0094】

したがって、タイミングt3以降、モータジェネレータMGは、矩形波制御モードにおいて、抑制されたトルク指令値TRを出力するように駆動される。

【0095】

これにより、直流電源Bからの電流の持ち出しが減少し、負荷駆動装置100において過電流が流れるのを抑制できる。

【0096】

上述したように、制御装置30は、モータジェネレータMGの制御モードが矩形波制御モードであるときに昇圧コンバータ11の昇圧動作が指令されると、

- (A) モータジェネレータMGの制御モードの矩形波制御モードから過変調制御モードまたはPWM制御モードへの切替

(B) モータジェネレータMGの制御モードの矩形波制御モードから過変調制御モードまたはPWM制御モードへの切換およびトルク指令値TRの抑制

(C) トルク指令値TRの抑制

のいずれかによりモータジェネレータMGを駆動するようにインバータ20を制御する。

【0097】

また、制御装置30は、モータジェネレータMGの制御モードがPWM制御モードまたは過変調制御モードであるときに昇圧コンバータ11の昇圧動作が指令されると、モータジェネレータMGの制御モードが矩形波制御モードへ切換わるのを禁止する。すなわち、制御装置30は、昇圧コンバータ11の昇圧動作が指令されると、信号PWMI__Kのインバータ20への出力を禁止し、信号PWMI__Pまたは信号PWMI__Mを生成してインバータ20へ出力する。

【0098】

このように、モータジェネレータMGの制御モードがPWM制御モードまたは過変調制御モードであるときに昇圧コンバータ11が昇圧動作を開始すると、モータジェネレータMGが矩形波制御モードで駆動されるのを禁止するのは、次の理由による。

【0099】

昇圧コンバータ11の昇圧動作が指令されると、制御装置30は、トルク指令値TRおよびモータ回転数MRNに基づいて、上述した方法によって信号PWMUを生成して昇圧コンバータ11のNPNトランジスタQ1, Q2へ出力する。そして、NPNトランジスタQ1, Q2は、制御装置30からの信号PWMUに応じてスイッチング動作を行ない、昇圧コンバータ11は、昇圧動作を開始する。

【0100】

このように、昇圧コンバータ11の昇圧動作が指令されてから昇圧コンバータ11が実際に昇圧動作を開始するまでには、一定の遅延があるため、昇圧コンバータ11が実際に昇圧動作を開始したタイミングにおいて、モータジェネレータ

MGの制御モードが矩形波制御モードへ切換わっていることも想定される。

【0101】

したがって、昇圧コンバータ11の昇圧動作が指令されたとき、モータジェネレータMGを矩形波制御モードで駆動するのを禁止することにしたものである。

【0102】

なお、負荷駆動装置100は、ハイブリッド自動車または電気自動車に搭載され、ハイブリッド自動車または電気自動車の駆動輪を駆動する。

【0103】

たとえば、負荷駆動装置100がハイブリッド自動車に搭載された場合、モータジェネレータMGは、2つのモータジェネレータMG1, MG2からなる。そして、モータジェネレータMG1は、動力分割機構を介してエンジンに連結され、エンジンを始動するとともに、エンジンの回転力により発電する。また、モータジェネレータMG2は、動力分割機構を介して前輪（駆動輪）に連結され、前輪を駆動するとともに、前輪の回転力により発電する。

【0104】

負荷駆動装置100が電気自動車に搭載された場合、モータジェネレータMGは、前輪（駆動輪）に連結され、前輪を駆動するとともに前輪の回転力により発電する。

【0105】

そして、負荷駆動装置100の制御装置30は、ハイブリッド自動車または電気自動車の走行中および停車中において、モータジェネレータMGの制御モードを判定し、モータジェネレータMGの制御モードが矩形波制御モードであるときに昇圧コンバータ11の昇圧動作が指令されると、上述した（A），（B），（C）のいずれかによりモータジェネレータMGを駆動するようにインバータ20を制御する。

【0106】

したがって、負荷駆動装置100を搭載したハイブリッド自動車または電気自動車においては、過電流が流れるのを抑制できる。

【0107】

また、上記においては、負荷駆動装置 100 は、1つのモータジェネレータ M G を駆動すると説明したが、この発明においては、負荷駆動装置 100 は、複数のモータジェネレータを駆動するようにしてもよい。この場合、複数のモータジェネレータに対応して複数のインバータが設けられ、複数のインバータは、コンデンサ 12 の両端に並列に接続される。そして、複数のモータジェネレータのうち、少なくとも 1つのモータジェネレータが矩形波制御モードで駆動されているときに昇圧コンバータ 11 の昇圧動作が指令されると、制御装置 30 は、上述した (A), (B), (C) のいずれかにより複数のモータジェネレータを駆動するように複数のインバータを制御する。

【0108】

したがって、複数のモータジェネレータを駆動する負荷駆動装置において、過電流が流れるのを抑制できる。

【0109】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施の形態による負荷駆動装置の概略ブロック図である。

【図 2】 図 1 に示す制御装置の機能のうち、昇圧コンバータおよびインバータの制御に関わる機能を示す機能ブロック図である。

【図 3】 図 2 に示すインバータ制御手段の機能ブロック図である。

【図 4】 図 2 に示すコンバータ制御手段の機能ブロック図である。

【図 5】 インバータの出力電圧とモータの回転数との関係を示す図である。

【図 6】 電圧指令値、トルク指令値および制御モードのタイミングチャートである。

【図 7】 電圧指令値、トルク指令値および制御モードの他のタイミングチ

ャートである。

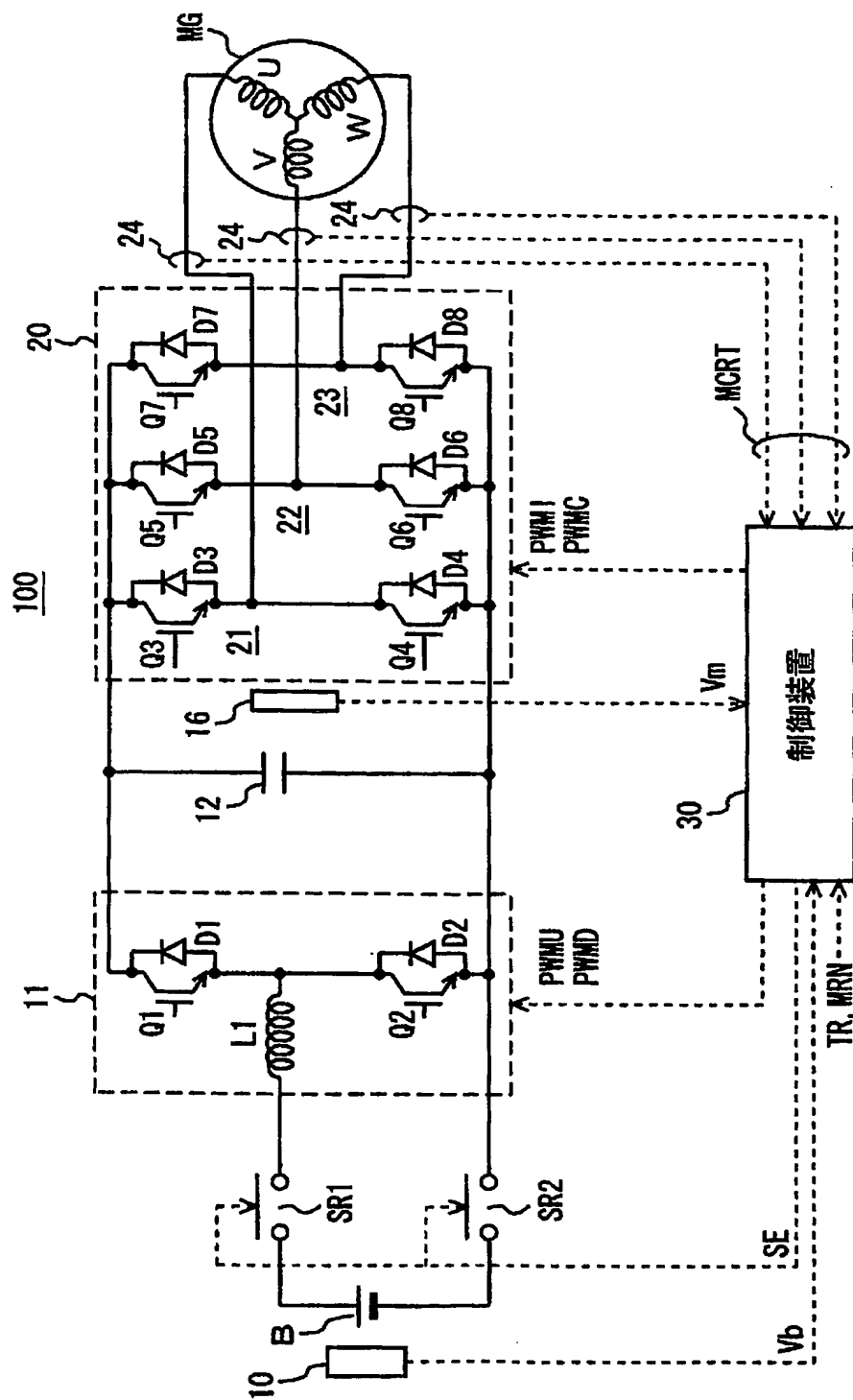
【図 8】 電圧指令値、トルク指令値および制御モードのさらに他のタイミングチャートである。

【符号の説明】

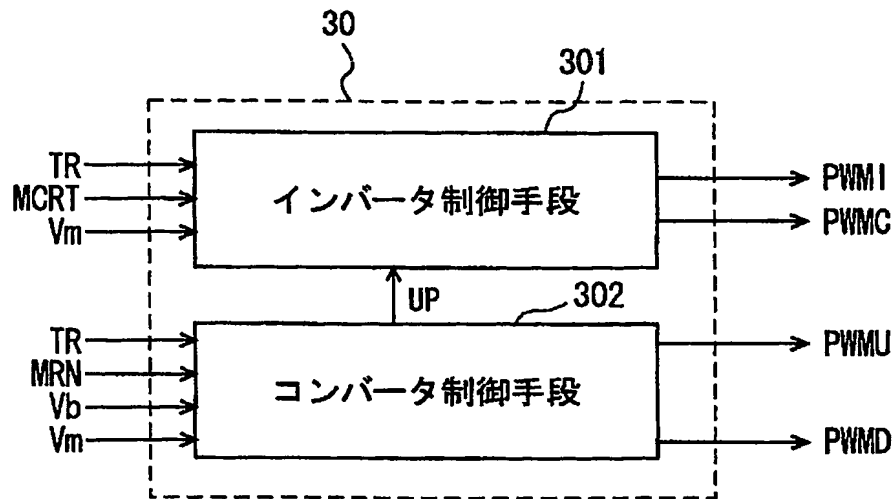
10, 16 電圧センサー、11 昇圧コンバータ、12 コンデンサ、20
インバータ、21 U相アーム、22 V相アーム、23 W相アーム、24
電流センサー、30 制御装置、31 モータ制御用相電圧演算部、32 イ
ンバータ用PWM信号変換部、33 電圧指令演算部、34 コンバータ用デュー
ティー比演算部、35 コンバータ用PWM信号変換部、36 モータ制御部
、100 負荷駆動装置、301 インバータ制御手段、302 コンバータ制
御手段、B 直流電源、L1 リアクトル、Q1～Q8 NPNトランジスタ、
D1～D8 ダイオード、SR1, SR2 システムリレー。

【書類名】 図面

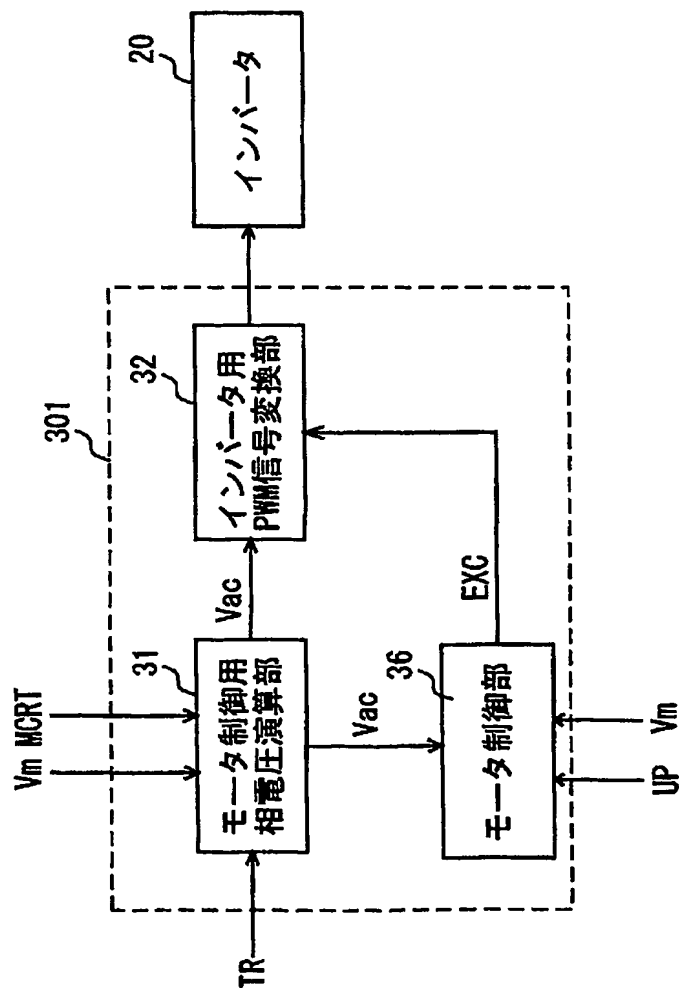
【図 1】



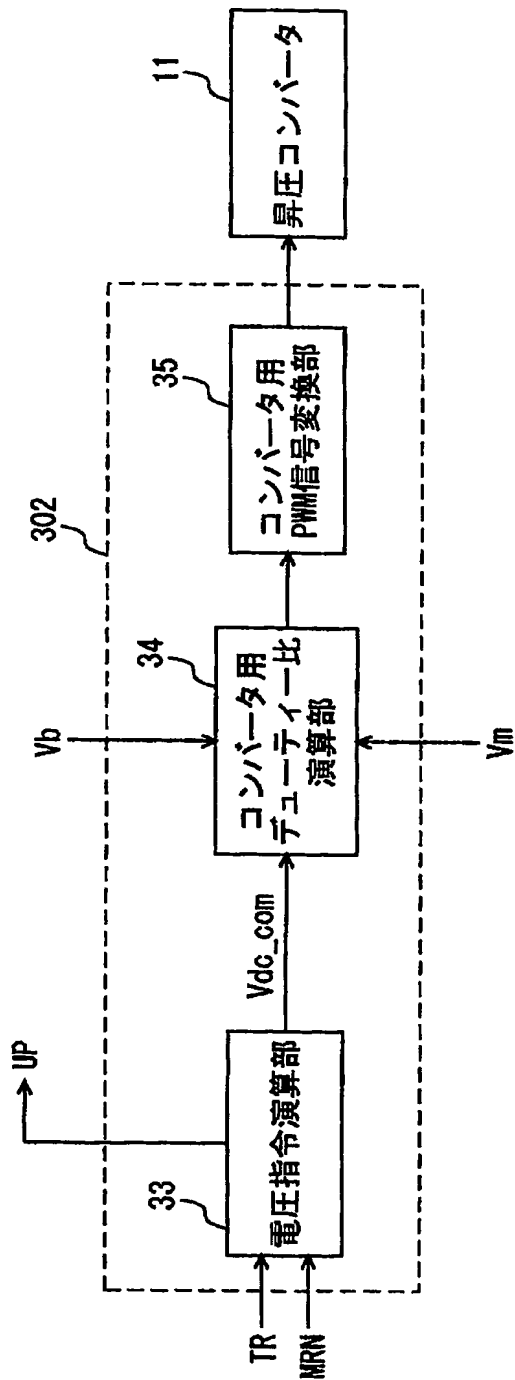
【図 2】



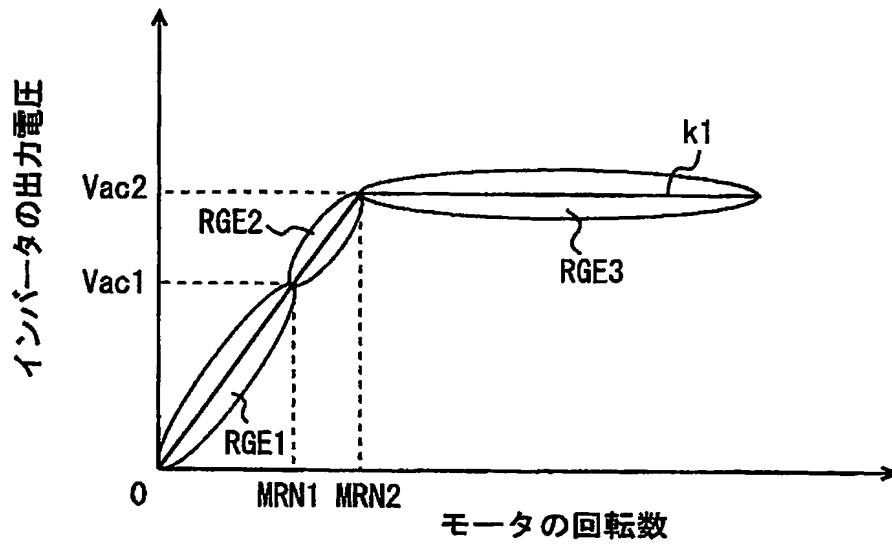
【図 3】



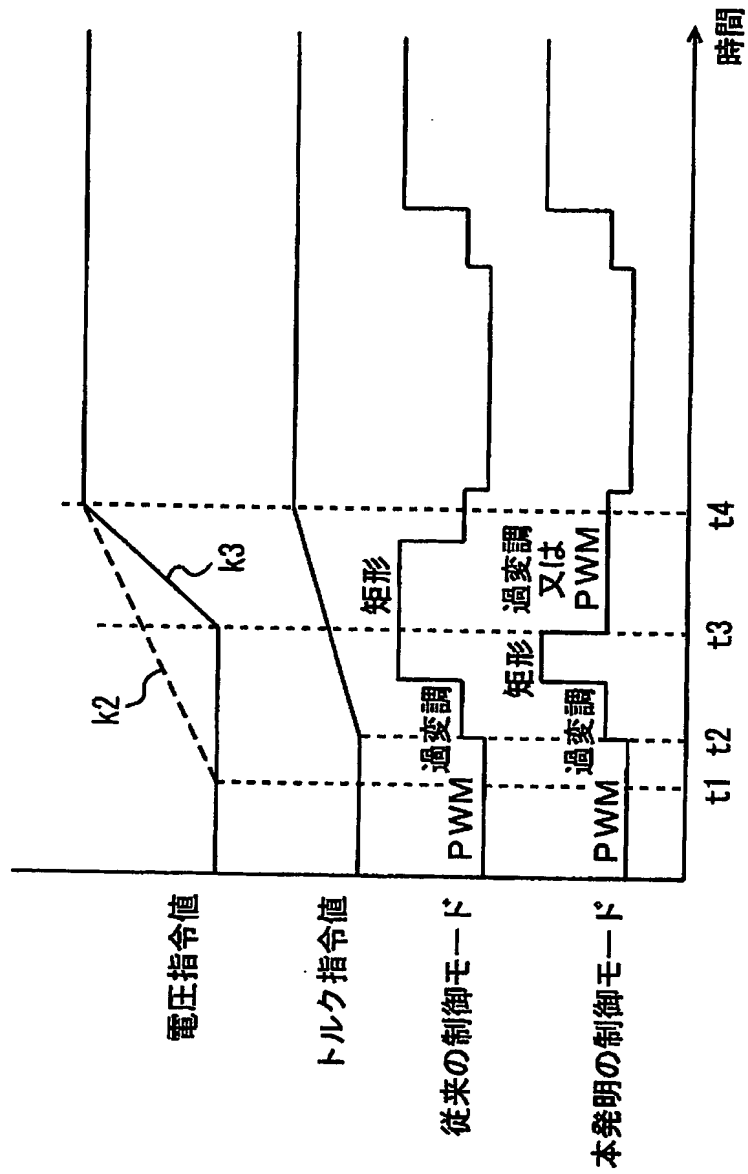
【図 4】



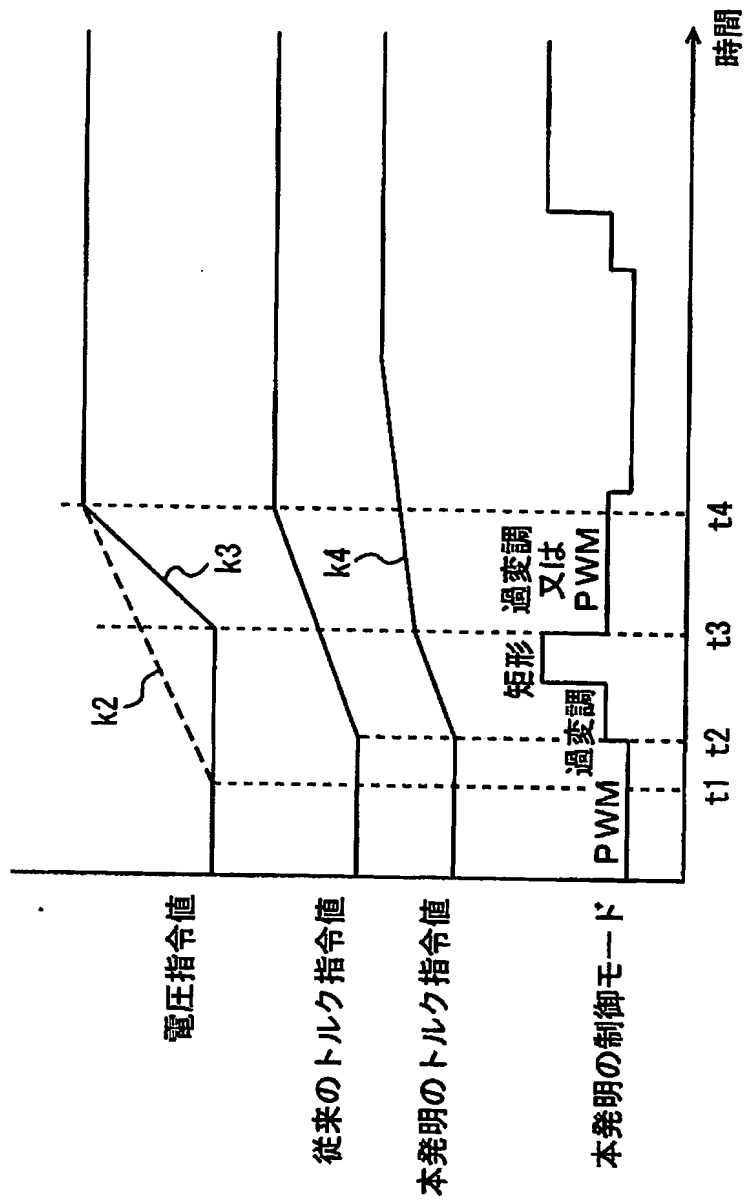
【図 5】



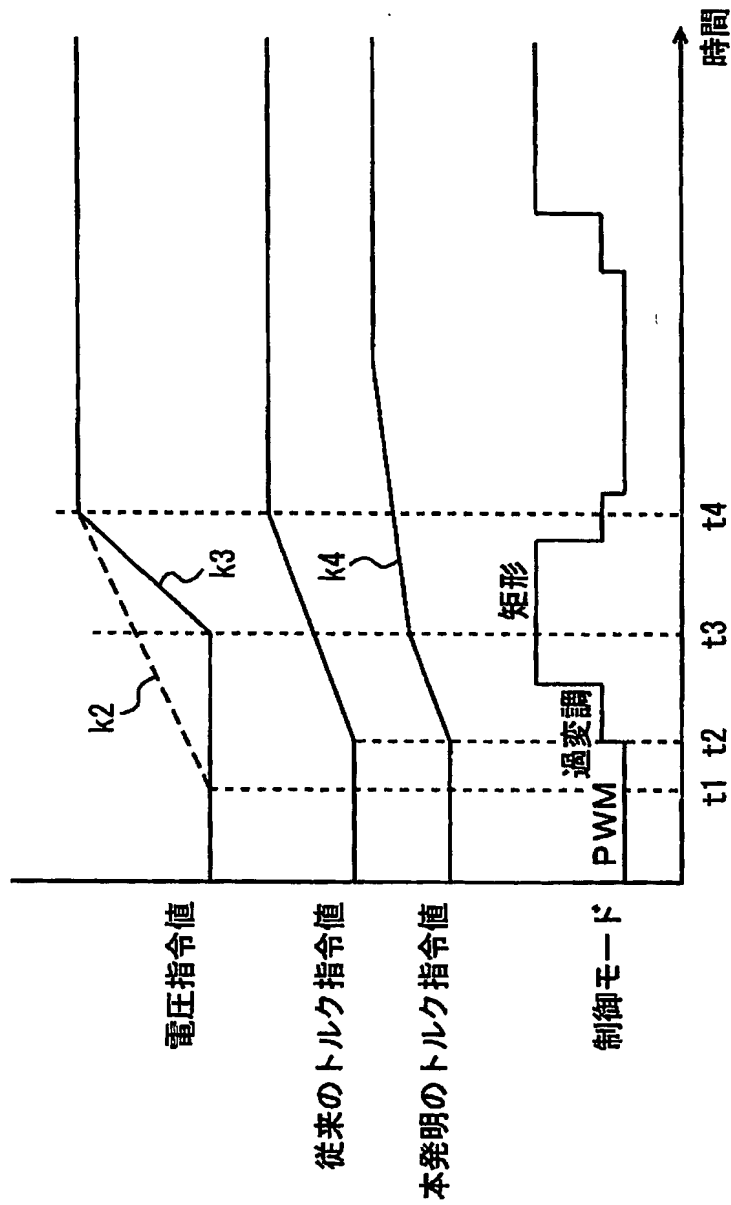
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 過電流を抑制可能な負荷駆動装置を提供する。

【解決手段】 制御装置 30 は、モータジェネレータ MG の制御モードが PWM 制御モード、過変調制御モードおよび矩形波制御モードのいずれであることを判定する。そして、制御装置 30 は、モータジェネレータ MG の制御モードが矩形波制御モードであるときに昇圧コンバータ 11 の昇圧動作が指令されると、制御モードを過変調制御モードまたは PWM 制御モードへ切換えてモータジェネレータ MG を駆動するようにインバータ 20 を制御する。また、制御装置 30 は、さらに、トルク指令値 TR を抑制してモータジェネレータ MG を駆動するようにインバータ 20 を制御する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 2 0 4 7 6 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社